

PROTEX-SORB®

販売元
O.D.K
大阪電具株式会社
〒665-0825
兵庫県宝塚市倉西3丁目8-14
TEL. (0797) 87-2345
FAX. (0797) 87-5516
URL: <http://www.osaka-dengu.co.jp>

製造元
Fuji Silysia
富士シリシア化学株式会社
〒487-0013
愛知県春日井市高蔵寺町2丁目-1846
TEL. (0568) 51-2511
FAX. (0568) 51-8557
URL: <http://www.fuji-silysia.co.jp/>

協力 関西電力株式会社

除湿・防錆・機器の保護

PROTEX-SORB®

変電設備、操作箱用乾燥剤

販売元 大阪電具株式会社
製造元 富士シリシア化学株式会社

私たちは、環境にやさしい商品をみなさまがたにご提案できる事を喜びとしております。

シリカゲルは自然から生まれました
PROTEX-SORB は自然なお客さまのニーズから生まれました

新除湿システムのご提案
P3

シリカゲルの参考文献
一般的に知られるシリカゲルの性質と効果
P5

PROTEX-SORB の構造特徴
PROTEX-SORB の吸着特性
PROTEX-SORB の成分
P6

プロテックス・ソープとは
プロテックス・ソープの利用分野
プロテックス・ソープの特徴
P4

包装形態とその効果
ブラケットの活用法
P7.P8

PROTEX-SORB の使用方法
P9

PROTEX-SORB のキット内容
P11

密閉強化用パッキンのおすすめ
P10

参考資料
P12

解説
P13.P14

土とおなじ成分で作られた**PROTEX-SORB**は、環境にやさしい商品
目的を達した後は、土に返していただけます

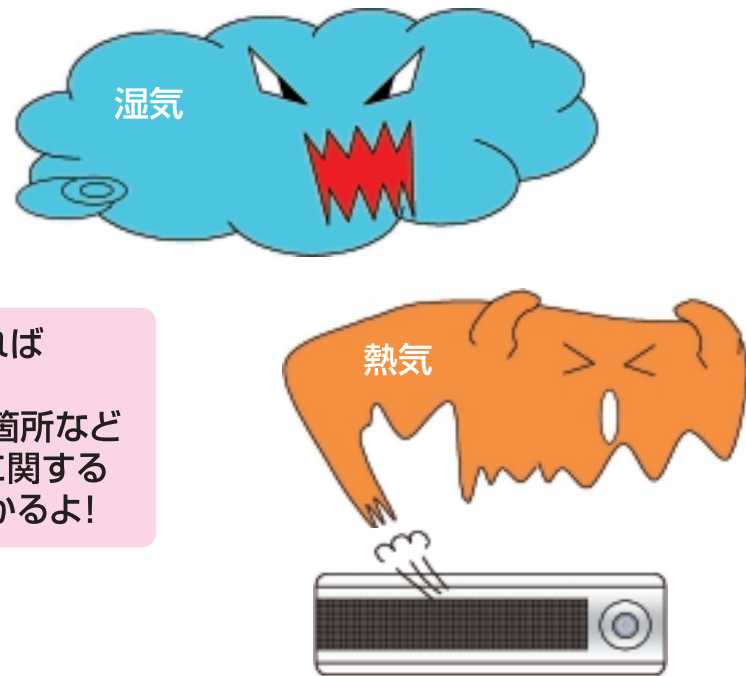
Contents

PROTEX-SORB®は普通の乾燥剤と一味ちがいます!

電気制御機器を結露の発生から守る
操作BOX内新除湿システムのご提案



これを見てくれば
性能はもちろん
開発経緯や適用箇所など
PROTEX-SORB®に関する
詳しい内容がわかるよ!

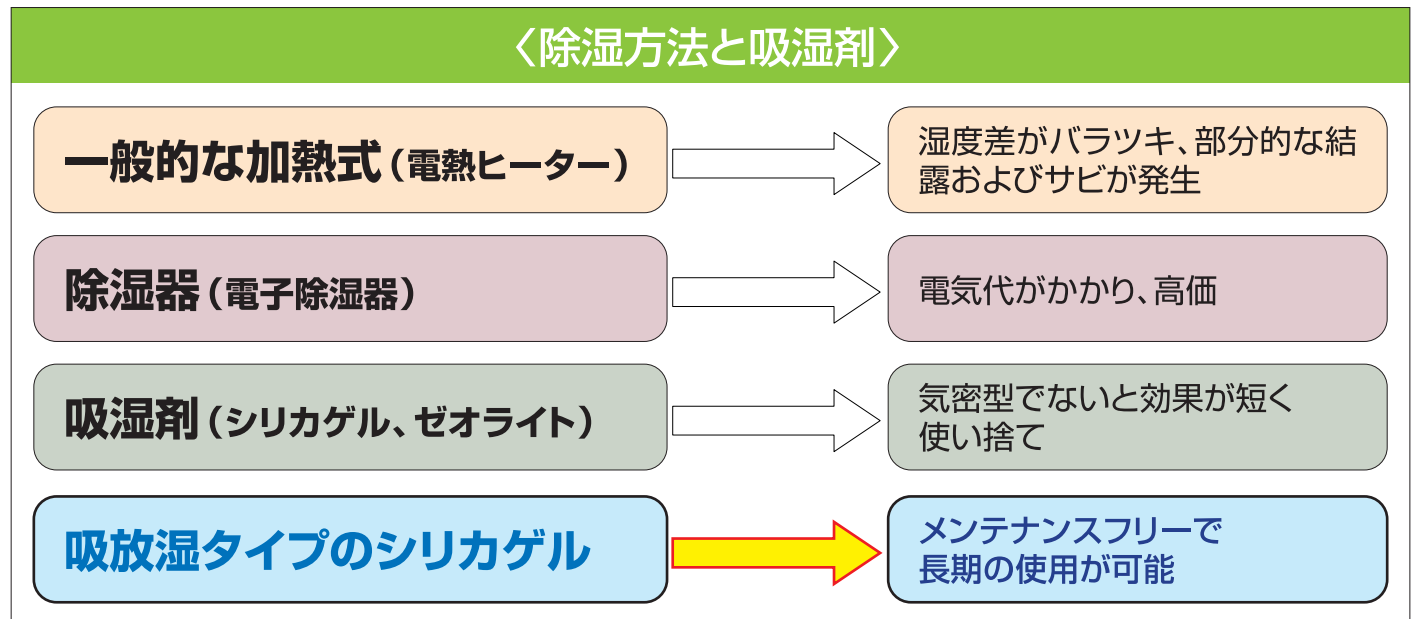


現在の設備状況! (除湿対策とその実状)

■従来、発電所に設置されているあらゆる操作ボックスの除湿には一般的にヒーターを使った熱による除湿が用いられてきました。しかしその処置が適切であるとは一概に言いきれない現状が影を潜めています。過去の調査によると、除湿が充分でないことから様々な障害を誘発しており、現在もこのような事象が後を絶ちません。

なぜ熱による乾燥では結露を防止出来ないのか?

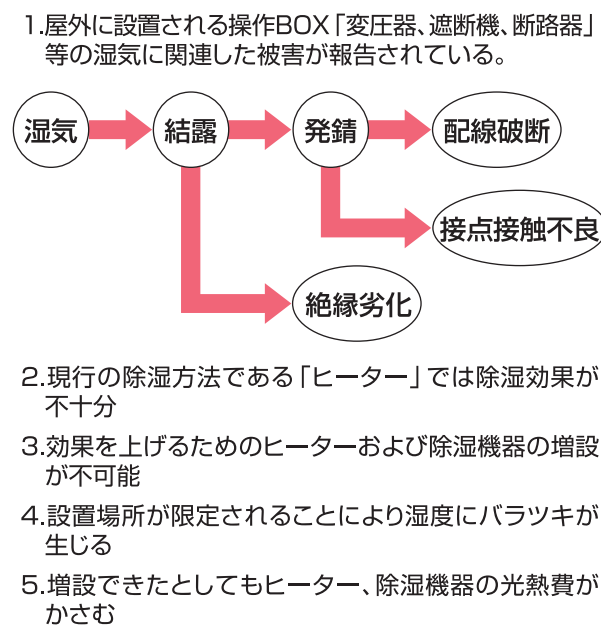
- 換気口から湿気が流入するため効果が損なわれています。
- ヒーター設置場所が極端に限られているため絶対量の熱を発生できていません。(ヒーター設置周辺の局部的除湿のみ)
- 熱の対流により、ボックス雰囲気湿度にバラツキが発生しています。



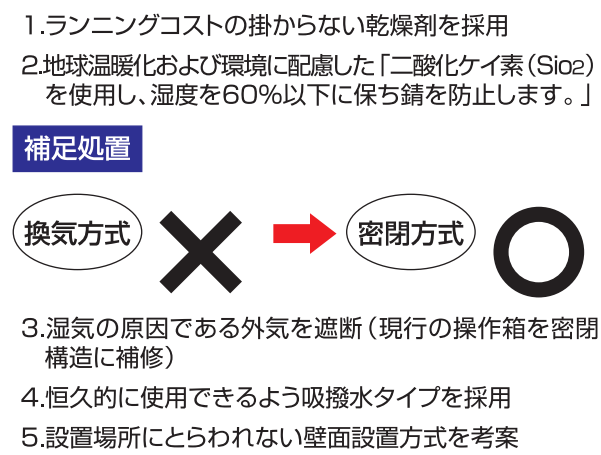
PROTEX-SORB®

PROTEX-SORB®

操作BOX内の湿気が原因で障害が多発生しています



設備投資(コストアップ)を少なくし根本的な湿気を排除する



PROTEX-SORB® プロテックス・ソープ

プロテックス・ソープとは

■現場ニーズ(顧客満足)から生まれた新発想のシリカゲル
結露が原因で多発するクレーム障害や、これに付随して発生するネガティブコストを削減する事を目標に、変電所設備の品質管理に使命を帯びる技術社員達が考案、研究を重ねた結果、完成する事ができた環境に適した製品です。

電力会社との共同開発

発案元: 関西電力株式会社
滋賀支店 彦根電力システムセンター 水変係
テーマ: 「吸放湿型シリカゲルによる除湿対策の研究」
協力者: 富士シリシア化学株式会社
大阪電具株式会社
研究目的: 実際に結露障害が発生している変圧器の電気制御機器に照準を置き、様々な調査や検証を5ゲン主義により繰り返し実施した結果、最終目的である操作箱の除湿対策を確立した。

数々の結露防止策の中から有効性評価により抽出されたものがシリカゲル(乾燥剤)であり、更に一般流通されているシリカゲルに操作箱の環境性を考慮し改良を施したものがPROTEX-SORB®なのです。

プロテックス・ソープの利用分野

変電所設備(操作箱)全般

- ◆変圧器操作箱
- ◆遮断器操作箱
- ◆断路器操作箱
- ◆CT・PT操作箱
- ◆分電箱
- ◆その他制御関連機器

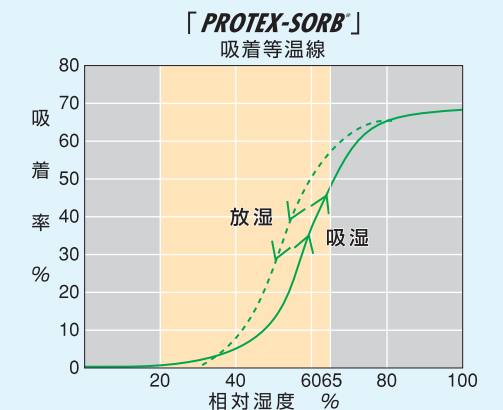
発電所以外にも!

一般工場のキュービクル内や、制御盤、配電盤、電話・情報通信設備の基地局など、屋外に施設された電機制御箱にご使用いただけます。

プロテックス・ソープの特徴

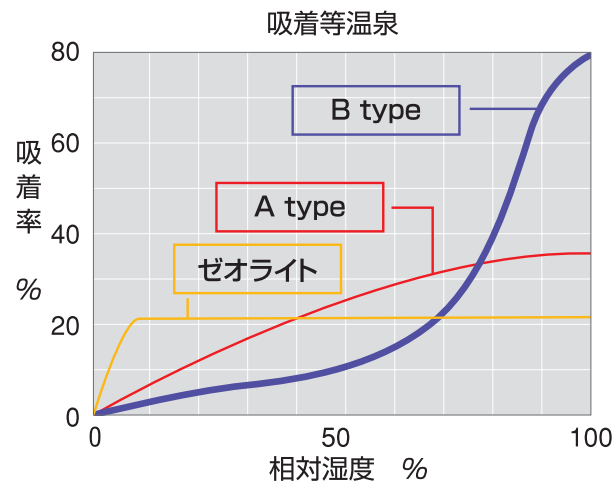
■PROTEX-SORB®の性質と効果

水分吸脱着特性により吸放出を繰り返すため、ボックス内の湿度を常に一定にコントロールできます。更に一般的に使用されている高湿度区域(相対湿度約60%~80%)での恒湿(活性化)タイプと異なり、中湿度域(約10%~60%)においてその効果を確実に発揮できる特性を有しており、理想的な湿度調節を可能にしております。



シリカゲルの参考文献

- ゼオライト
気密型の操作箱で使われており、扉を開放する必要がある場合、交換しなければなりません。
- JISA形シリカゲル
シリカゲル青をドラフターに使用しており、定期的な交換もしくは強制的に再生する必要があります。
- JISB形シリカゲル
高湿度域での吸湿に優れており、低湿度で吸湿した水分を放湿する恒湿的な効果があります。
多孔質構造であるシリカゲルは、毛細管現象により空気中の水蒸気分圧(相対湿度)と平衡になる水分量を吸湿します。(吸着等温線) この時の吸湿量は、湿度に依存し温度の影響をほとんど受けません。
吸湿している水分量によって周囲の湿度が高くなると吸湿を行い、低い湿度になれば放湿します。
容器内へ出入りする水分量に依存し、中間的な湿度を維持するように働きます。シリカゲルの成分である二酸化ケイ素(SiO₂)は、無機物で自然界に豊富にある成分です。化学的に安定した物質で成分変化、劣化はほとんどなく、強アルカリ以外には侵されません。



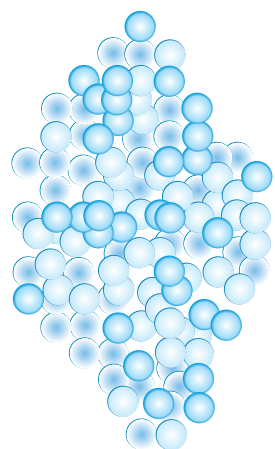
		A	B
吸収率	相対湿度20%	12	5
	相対湿度50%	25	11
	相対湿度90%	35	70
充填密度 (g/ml)		0.73	0.5
比表面積 (m ² /g)		650	450
細孔容積 (ml/g)		0.36	0.8
平均細孔径 (nm)		2.2	7

一般的に知られるシリカゲルの性質と効果

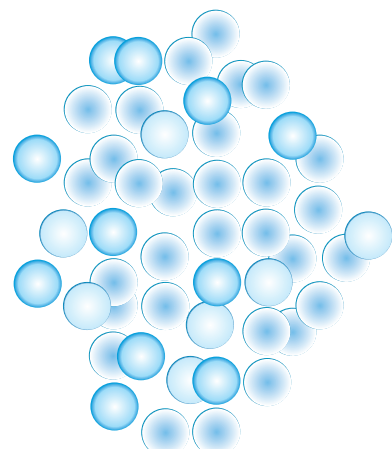
- 物理特性的にはJISに挙げられるA形シリカゲルとB形シリカゲルの2種類に分かれ、細孔容積と内部比表面積の違いにより吸着力や吸着用量が異なります。
- ◆A形◆シリカゲルの一次粒子径が小さく密な網目構造になっているので細孔容積は小さく、内部比表面積は大きいという特性があります。
- ◆B形◆シリカゲルB形は、シリカの一次粒子径が大きく粗い網目構造になっているので細孔容積は大きく、内部比表面積は小さいという特性があります。

※下記、構造模式図参照

A形シリカゲル

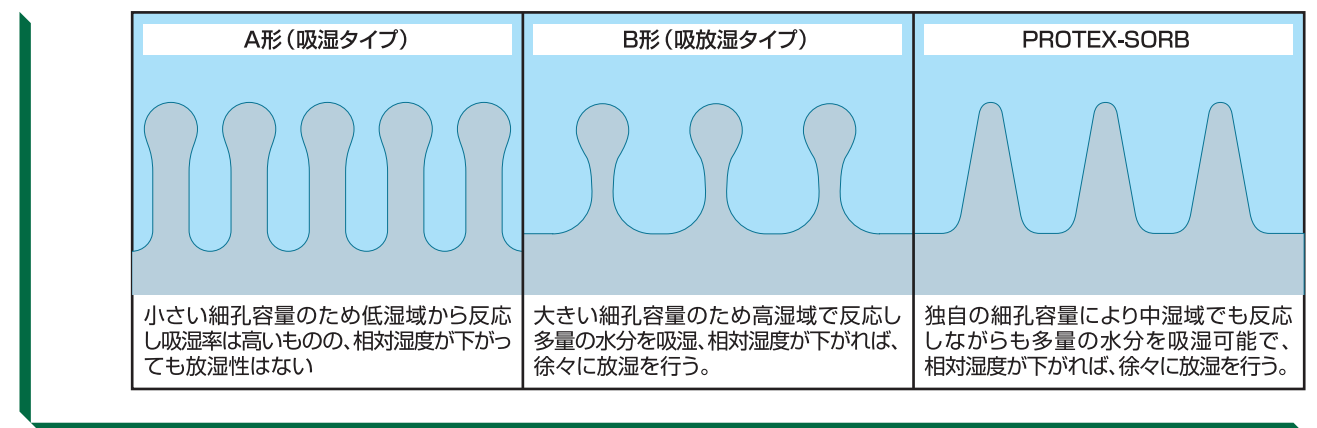


B形シリカゲル



PROTEX-SORB®の構造特徴

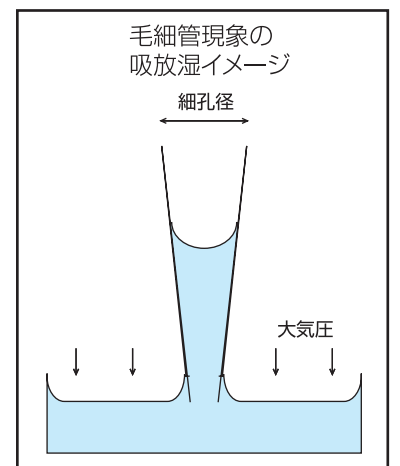
細孔の特殊構造が湿度調整領域を変えた!



PROTEX-SORB®の吸着特性

吸着方法には、表面吸着と毛管凝縮の2通りがあり、いずれも吸脱着の可逆性があります。

- ◆表面吸着◆
吸着質(例えば水)がシリカゲルの表面で水素結合により吸着される現象で科学的に結合します。シリカゲルの表面には、多数の表面水酸基(-OH基)があり、この水酸基が吸着に大きな役割を果たします。
 - ◆呼吸効果(毛細管現象)◆
適切な細孔を持たせた多孔質構造である「PROTEX-SORB」は周囲の水蒸気分圧(湿度)によって、湿度の高い時に吸湿し低い湿度の時に放湿、これを繰り返す事により、閉鎖されているBOX内を適湿度にコントロールします。年間を通して吸放湿を繰り返し長期に渡って使用が可能となります。
 - ◆毛管凝縮◆
毛細管が水を吸い上げる現象により水分を吸着する現象です。
- 毛細管現象とは—
大気圧が高い時は、細孔の液面が上がり水を吸っている、大気圧が低くなれば、細孔の液面も下がり、水を吐きだしている。



PROTEX-SORB®の成分

- ①主成分は、二酸化ケイ素(SiO₂)で構成されており、多孔性物質です。
- ②広い比表面積を有しており、その吸着性能は科学的・物理的な作用によります。
- ③科学的に安定で、フッ化水素酸および、強アルカリを除いては侵かされません。
- ④水溶性・腐食性・潮解性はありません。
- ⑤吸湿性能が大きく、吸湿後も変化はなく、濡れた感じはありません。

代表的化学組成

成分 (%)	乾量基準値
SiO ₂	99.7
Na ₂ O	0.05
Fe ₂ O ₃	0.008
CaO	0.01
Al ₂ O ₃	0.025

代表的物性値

試験項目		PROTEX-SORB
吸湿率 (%)	相対湿度20%	5
	相対湿度50%	11
	相対湿度90%	70
含水率 (%)		2.0以下
pH値(5%スラリー)		7
比抵抗 (Ω・cm)		10,000
充填密度 (g/ml)		0.5
比表面積 (m ² /g)		450
細孔容積 (ml/g)		0.8
平均細孔径 (nm)		7
比熱 (kJ/kg・°k)		0.83
熱伝導率 (W/m ² ・k)		0.1

包装形態とその効果

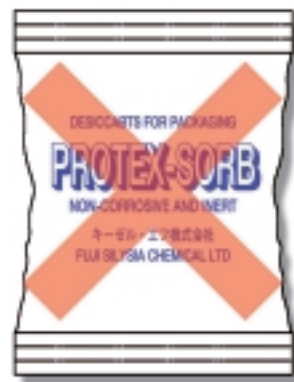
吸湿効果を高めるためには？



通気面積の確保が最優先！

研究開発の成果から重要なヒントを発見

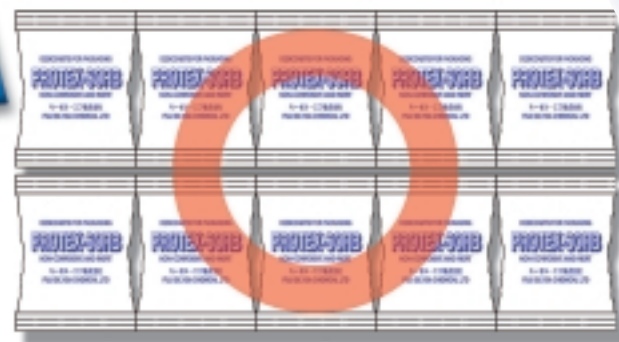
データ計測時に試験サンプル重量を測定したところ、保有性能に対して20%程度の吸湿率しか性能を発揮していないことがわかりました。



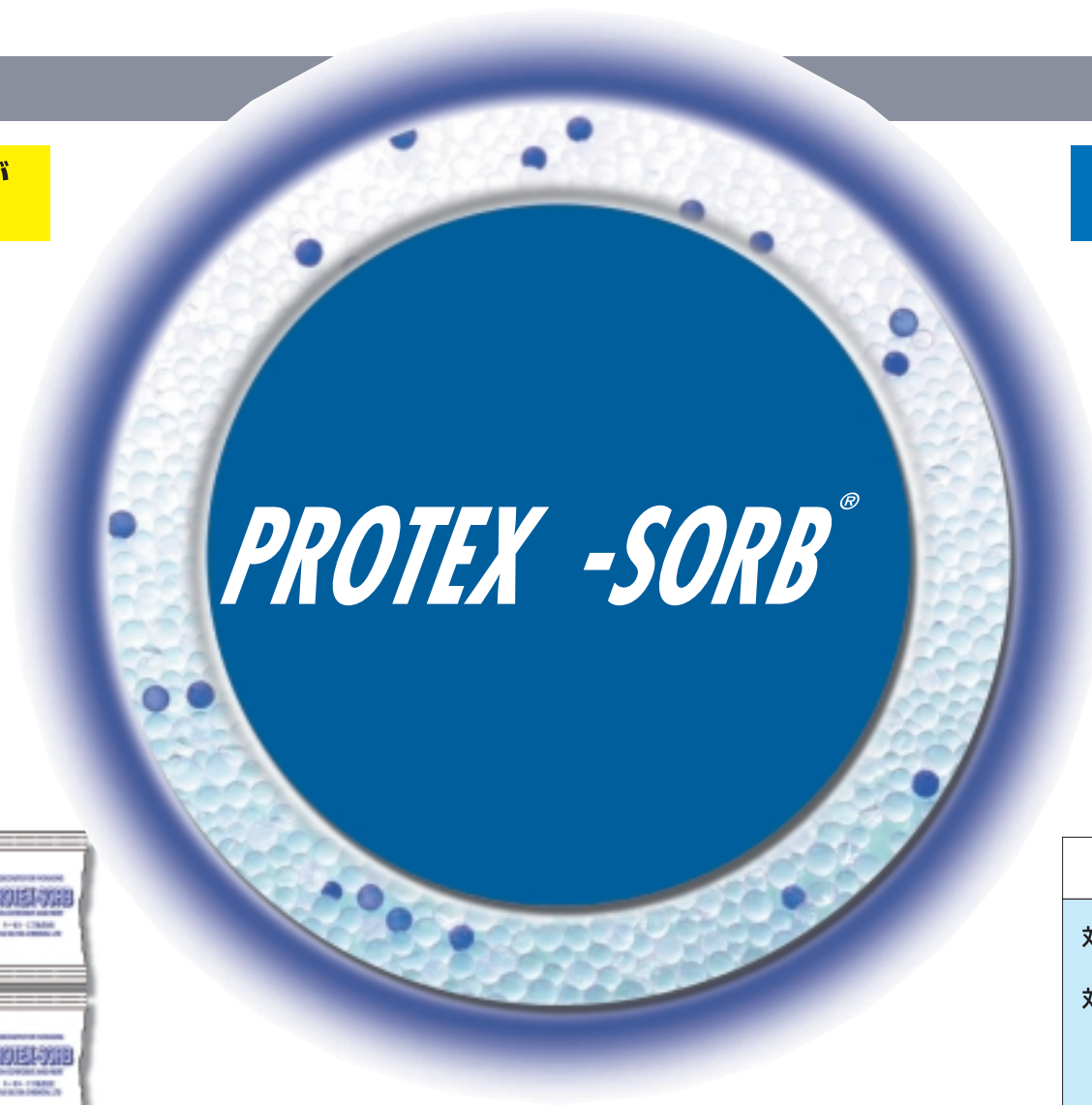
一袋500g入り

例えば「PROTEX-SORB」の必要量が500gであった場合!!

一袋50g入り



同じ量のシリカゲルを使用しても、小分けする方が通気面積の量が多く確保できるため効果大



通気面積を確保するためには？



通気性確保の空間が必要不可欠！

有効設置場所の確保および方法をご紹介します。

PROTEX-SORB 性能検証途中の段階における吸着率を向上させるための案として布製50gの小袋での収納(小分けし薄くする事で表面積が大きくなり、通気性が向上する方法)をお奨めとなりますが、操作箱内部は限られたスペースのため、PROTEX-SORB を敷設するのにも皆無に等しい場合が多く、電子機器への影響などを考えた場合、安全・機能・シンプルに取り付ける吊り下げ方法が必要となります。

ヒーター除湿からPROTEX-SORBに変更した場合のコスト効果

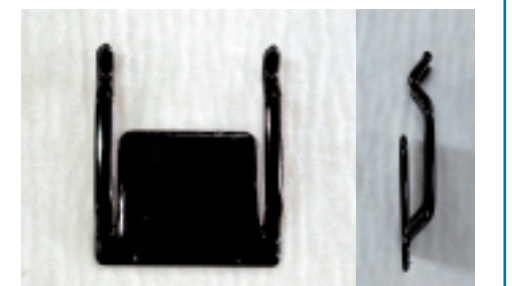
その答えは、ズバリこうなります!

なんと!? シリカゲルパックが自由に吊り下げられる専用ブラケットが標準装備!

年間、操作箱1台当たりに掛かる除湿対策費用比較

対策前	約6,118円/年
対策後	約266円/年
← 1/23 →	
ヒーターに比べ約95%のコストダウンが可能	

「PROTEX-SORB」壁掛用ブラケット

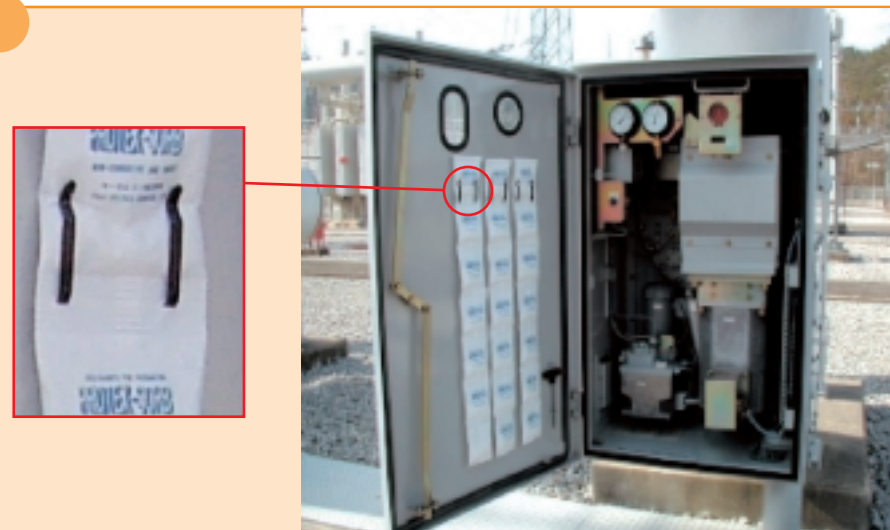


ブラケットの活用方法

操作箱形状用途および、PROTEX-SORBの量に合わせ、添付の両面テープにて扉の内側へ貼り付けてご使用下さい。

適用凡例

専用ブラケットの取付状態



操作箱の隙間を効率よく使用し、様々な取り付け方法で!

Pattern 1 横方向の吊り下げで!(2、3箇所留めで)



Pattern 2 縦方向の吊り下げで!(1箇所留めで並列吊りOK)



PROTEX-SORB®の使用方法

効果的に使用する為に

操作BOXの密閉性によって適切な効果の得られない場合があります。開口部の隙間（パッキン性能）や通気穴、配線の立ち上がりの隙間を塞ぐ必要があり、密閉に近いほど効果が得られます。透湿する面積（開口部等）によって必要量も多くなりますが、一般的に容積の大きなBOXは開口部も大きくなり、したがって使用量も多くなります。日常点検の5～30分程度の開放で、一時的に外気が入ってきてても（数gの水分量）再び扉を閉めると元の湿度へ戻ります。天候の悪い湿度の高い日に長時間（半日～1日）開放する場合は、ビニール袋等に入れて一時保管し、再施設時に袋から出して規定通り設置し扉を閉めます。

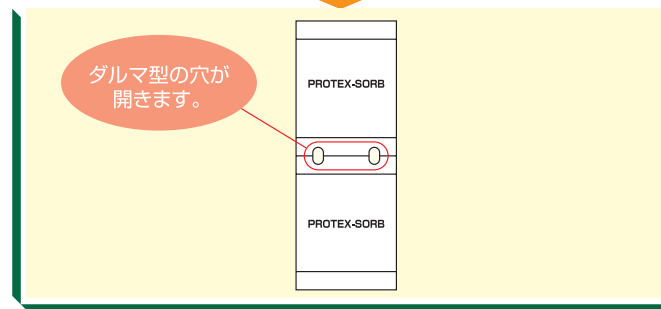
使用量の目安

「PROTEX-SORB」は、1小袋あたり50gです。必要な長さで、シール部分をカットして使用します。1㎡あたり、1kg～2kgのご使用を推奨します。1㎡未満の場合は、1BOXの最低使用量を1kg以上にしてください。

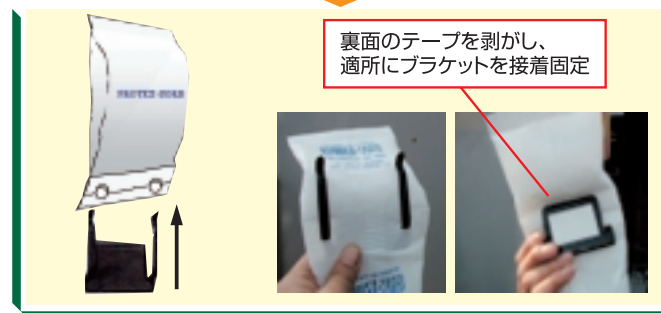
1. 「PROTEX-SORB」のシール部分の中心で二つに折りにした状態にて、市販のパンチで穴を開けます。



2. 広げるとシール部分にブラケットのフックが通る穴が開きます。（ナイフ穴でも使用可）



3. ブラケット固定の前にパンチ穴の開いた「PROTEX-SORB」をフックに通した後、シールを剥がし壁面に接着固定します。



引張強度参考

<吊下用ブラケット引張強度確認試験結果>

テープ接着部滑り
始め平均値=65N・m

一袋の吸着量 一袋重量 一箱数量
(30g + 50g) × 120個

引張り強度 一箱個数
< 65N・m × 24個

であり充分な強度がある。

<ブラケット耐引張荷重>

試料No	引張試験内容	測定値平均 N (kgf)	観察
1	常温 (室温21℃)	108.7N (11.1kgf)	テープ剥離 フック異常なし
2	60℃の恒温槽中に60分	108.7N (11.1kgf)	テープ剥離 フック異常なし
3	-10℃の恒温槽中に60分	183.3N (18.7kgf)	テープ剥離 フック異常なし

<布袋耐引張荷重>

試料No	引張試験内容	測定値平均 N (kgf)	観察
1	常温 (室温21℃)	108.7N (11.1kgf)	布袋破損



密閉強化用パッキンのおすすめ

「PROTEX-SORB」を効率よく適用するために、操作箱の密閉性が問題となります。通気口を遮蔽し配線の立ち上がりをシールしていても扉の変形や開口部パッキンの劣化によって密閉性が損なわれていたりします。他の各種操作箱（LR操作箱、CB操作箱、LS操作箱、CT中継箱、PD操作箱）への展開をすすめていくために、軟質ウレタンを使用する方法を考案しました。

調湿効果を高めるためには？

外気の遮断が効果的！

外気の侵入をほったらかしにしている場合は、調湿効果抜群の「PROTEX-SORB」も効果が半減になると共に使用量に無駄がでます。

現状

通気口を防湿テープで止める。配線の立ち上がりをネオシールで塞いでいる。

隙間に馴染みやすく、密閉効果抜群

ウレタンパッキン



経年の使用で操作箱の扉が変形していたり、パッキンの劣化によって雨水が入ってきている。

「PROTEX-SORB」の性能が十分に発揮できない。

ウレタンGELの他用途

- ◆ 衝撃吸収材
- ◆ 耐震パッド
- ◆ クリーンルームのシーリング剤
- ◆ 断熱材の固定

密閉強化用ウレタンGELを開発

総合課題

LS・PDに共通して、機器が老朽化している場合は、既設防水パッキンが著しく劣化しているため、湿度60%以下の管理水準を超える結果となった。気密性目的の後付け補強用パッキンが必要不可欠である。

<留意点>

一般的に使用されているゴムパッキンは、長年の使用により油分が抜けて乾燥しひび割れ硬化してきます。また、劣化したパッキンを新しく取り替えても、元々密閉性を求める操作箱ではないためすき間のある場合があります。

本、ウレタンGELは、豊かな弾力性を持ったバリアー性の高いパッキンですので、長期間に渡り弾力性は損なわれません。（扉を開閉するたびにウレタンパッキンが多少劣化しますが、水等で洗浄すれば、再使用可能）更にウレタンGELは製品そのものが粘着性能を有していますので、そのまま自由な長さにカットし、すき間のある箇所へ張り付けるだけで使用可能です。

PROTEX-SORB®

PROTEX-SORB®

PROTEX-SORB®のキット内容

全ての電力設備の操作箱へ水平展開可能な「PROTEX-SORB」の全容

「PROTEX-SORB」商品紹介

「PROTEX-SORB」

標準キット内容

- 一箱6kg入り
(50g×120個=6kg)
※50g入小袋120連綴り
プラケット24個
- 定価 1箱 20,000円

商標登録済み

(富士シリシア化学株式会社
関西電力株式会社共同開発)

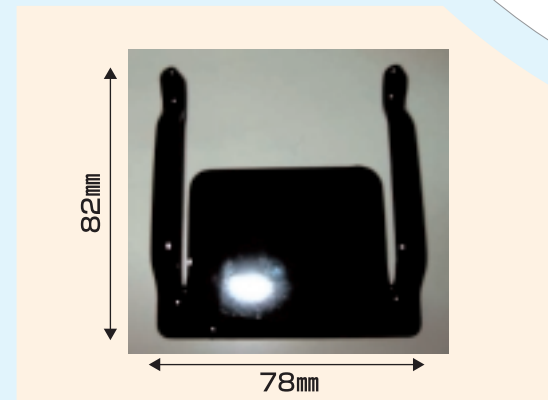


吊下げフック

- 一箱24個入り
- 鉄製、PVC絶縁コーティング
(両面テープ付き)

※(PROTEX-SORB セット付属)

(大阪電具株式会社
関西電力株式会社共同開発)



吊下げフック

ウレタンパッキン

- ウレタン素材
- 1本1m
- オプション(別売)
- 定価 1本 3,500円

特許出願中

(富士シリシア化学株式会社
関西電力株式会社共同開発)

ウレタンパッキン



参考資料

＜プロテックス・ソープの長期性能データ目安として＞

長期10年相当の使用が可能であることの証明として、住宅用シリカ(フジ・ホームゲル)で長期性能を表した実績データを参考として掲載致します。

フジ・ホームゲル調湿剤

住宅の耐久性向上を目的とした商品で、戸建て住宅の床下で使われている吸放湿タイプのシリカゲルを参考に変電設備用シリカゲルの検討を進めてまいりました。
(湿度55-85%)の範囲を得意とします。

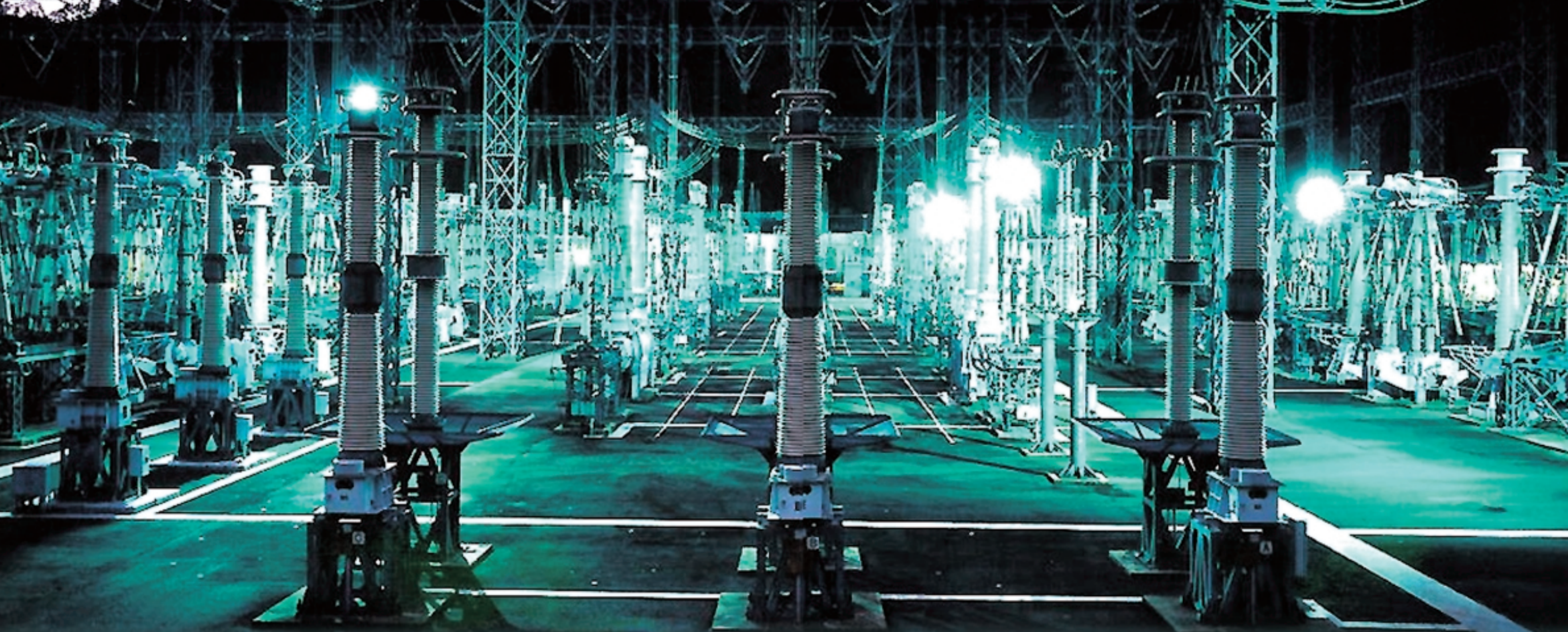
- ◆目視で茶褐色に変色しており、何らかの有機ガスを吸着していると思われます。
- ◆初期の段階で有機ガスを吸着し比表面積(450-300)の低下が考えられます。
- ◆散布嵩(約1cm)の最上位層であるか中下層でのサンプル採取位置の差違と思われる。
- ◆通常湿度域での吸湿量には、ほとんど変化が見られません。
- ◆交換の必要性はなく継続使用することが出来ます。

●K邸床下シリカゲルの経年変化

平衡吸湿量:20、50、90%(JIS Z 0701に準ずる)

		カタログ値	3年	6年
吸収率	相対湿度20%	5	3	4
	相対湿度50%	11	5	9
	相対湿度90%	70	71	72
比表面積(m ² /g)		450	—	394
細孔容積(ml/g)		0.80	0.71	0.72

住宅用途に使用しているシリカゲルは、数十年の経年変化で着色しており何らかの有機ガスを吸着(比表面積の単層部分に結合)していると思われます。低湿度域(湿度20%以下)での性能低下が見られるものの通常湿度域での劣化は認められません。
年間を通しての湿度維持をすることが出来る為、交換する必要なく長期的に使用出来ます。



— 解 説 —

1. 開発経緯

変圧器操作箱の電気制御機器において不具合が発生したことが切っ掛けとなる。
その原因は変圧器操作箱内の結露が影響した発錆であり、この事象は、操作箱内に除湿用ヒーターが設置されていたにもかかわらず十分な除湿が得られていないため障害に至ったケースである。
そもそも操作箱内除湿対策として過去から一般的にヒーターが設置されているが、抜本的な対策ではないことから結露や湿気によりトリップ事故等、発錆によるこの種の障害は後を絶たなく、除湿対策の早期改善が望まれた。
これにより、「操作箱除湿対策」をテーマとした研究に取り組むとともに、吸放湿型シリカゲルの開発に着手することとなる。

2. 研究概要

日本のような高温多湿の気候風土に於いては「湿度の高い時は吸湿し、乾燥してくると放湿する」木造住宅の特性を生かした木造住宅が造られてきた。高価な吸湿装置は別として一般的な吸湿剤としてシリカゲルやアルソなどが用いられてきたが、「吸湿」するだけで「放湿」する機能がないため取替の不便さが問題としてあった。
そこで、シリカゲルメーカーに問い合わせたところ木造住宅のような「吸湿し放湿する」機能を持ったシリカゲル（B型シリカゲル）があるとの情報を得て、従来型のA型シリカゲルとB型シリカゲルの比較検証試験を実施し、その結果、製造過程で改善すればLR操作箱除湿対策が可能であるとのことから、実用化に向けシリカゲルメーカーその他（富士シリシア化学株式会社・大阪電機株式会社）と共同開発することとなる。

3. 仕様確定までの開発経緯および性能検証履歴

- (1) 動機と除湿方法の検討
- (2) ヒーター除湿効果の検証
 - 障害のあった変圧器操作箱の現状湿度測定
- (3) 既存シリカゲルの性能検証
 - A型、B型シリカゲルの比較検証試験
 - B型シリカゲルとヒーター200Wの比較検証試験
- (4) 操作箱に適したシリカゲルの検討
 - 細孔寸法の検討
- (5) 測定データよりシリカゲルの適量を求める
- (6) シリカゲル必要量計算式の安全率を検討
- (7) 通気面積の確保
 - シリカゲルサンプルによる実吸着量調査
- (8) 第三試作品（最終仕様）の性能実証試験
- (9) 「PROTEX-SORB」の商標登録
- (10) 長期継続使用の確認検証
- (11) シリカゲル収納方法の検討
 - 「フック（吊下専用ブラケット）」の開発
- (12) 他操作箱への水平展開確認検証
 - 「CB操作箱・LS操作箱・CT中継箱・PD操作箱他」の適応性能確認
- (13) 操作箱密閉強化対策検討
 - 「ウレタンパッキン」の開発
- (14) 完成品「PROTEX-SORB」の販売形態の検討
 - 収納グラム数
 - ブラケットの必要数
 - 梱包方法
- (15) ヒーターから「PROTEX-SORB」に置き換えた場合の効果予測
 - 年間コスト削減費等

※ 検証データ等、詳しい内容については、関西電力株式会社作成の技術提案書「吸放湿型シリカゲルによる除湿対策の研究」参照

「関西電力株式会社技術提案書より抜粋」